

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-213174

(43)公開日 平成8年(1996)8月20日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/22				
C 0 9 K 11/06		Z 9280-4H		
H 0 1 L 33/00		A		
51/00				

H 0 1 L 29/ 28

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平5-59145	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成5年(1993)3月18日	(72)発明者	中山 隆博 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(31)優先権主張番号	特願平4-252526	(72)発明者	服部紳太郎 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(32)優先日	平4(1992)9月22日	(72)発明者	伊藤 雄三 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 高橋 明夫 (外1名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機発光素子とその基板

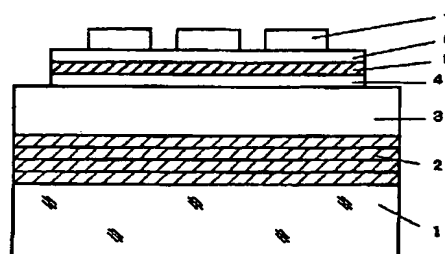
(57)【要約】

【目的】 情報通信分野で用いられる電気-光変換の発光素子の提供。

【構成】 透明基板1上に半透明反射層2を有し、該半透明反射層上に透明導電層3が配置され、該透明導電層上に有機薄膜からなる発光層5が設けられており、その上に電極7が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層2は発光層5での発光の1部を透明基板1側に透過し、発光の1部を発光層5側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層2は発光層5背面の電極7との間で光共振器として作用するよう構成されている有機発光素子。

【効果】 従来より発光スペクトルの半値幅が狭い発光素子が得られる。

図 1



1…硝子基板 2…半透明反射膜 3…透明導電膜
4…ホール注入層 5…発光層 6…電子注入層
7…Ag-Mg金属電極

【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光機能を有する有機薄膜からなる発光層と、該発光層の両面に設けた反射鏡とで微小光共振器が構成され、該微小光共振器は発光可能に構成されていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項2】 透明基体上に半透明反射層を有し、該半透明反射層上に透明導電層が配置され、該透明導電層上に有機薄膜からなる発光層が設けられており、その上に電極が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層は発光層での発光の1部を透明基体側に透過し、発光の1部を発光層側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層は発光層背面の電極との間で光共振器として作用するよう構成されていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項3】 透明基体上に半透明反射層を有し、該半透明反射層上に透明導電層が配置され、該透明導電層上にホール注入層、有機薄膜からなる発光層、電子注入層が順に設けられており、その上に電極が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層は発光層での発光の1部を透明基体側に透過し、発光の1部を発光層側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層は発光層背面の電極とで光共振器として作用するよう構成されていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項4】 透明基体上に半透明反射層を有し、該半透明反射層上に透明導電層が配置され、該透明導電層上にホール注入層、有機薄膜からなる発光層が設けられており、その上に電極が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層は発光層での発光の1部を透明基体側に透過し、発光の1部を発光層側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層は発光層背面の電極とで光共振器として作用するよう構成されていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項5】 透明基体上に半透明反射層を有し、該半透明反射層上に透明導電層が配置され、該透明導電層上に有機薄膜からなる発光層、電子注入層が順に設けられており、その上に電極が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層は発光層での発光の1部を透明基体側に透過し、発光の1部を発光層側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層は発光層背面の電極とで光共振器として作用するよう構成されていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項6】 前記半透明反射層と発光層背面の電極とで生じる反射光の位相のシフトをAラジアンとすると、半透明反射層と発光層背面の電極との間の光学的距離Lが $(\text{整数} - A/2\pi)$ 倍〔但し、 $S < (2L) < T$ であり、S、Tは、前記半透明反射層を持たない発光素子の発光スペクトルにおける発光強度が最大強度の1/2となる波長を示す。〕である請求項2～5のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項7】 前記半透明反射層と発光層背面の電極と

の間の光学的距離が、取出す光のピーク波長の0.9～1.1倍またはその整数倍である請求項2～5のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項8】 前記半透明反射層と発光層背面の電極とで生じる反射光の位相のシフトがAラジアンとすると、半透明反射層と発光層背面の電極との間の光学的距離Lが〔取出す光のピーク波長×(整数-A/2π)/2〕の長さの0.9～1.1倍である請求項2～5のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項9】 前記透明導電層、ホール注入層、発光層および電子注入層の各層の厚さとそれぞれの屈折率との積で表される光学的距離の和が、発光のピーク波長と同じもしくは近似している請求項3に記載の有機発光素子。

【請求項10】 前記半透明反射層が誘電体の多層膜で構成されている請求項2～5のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項11】 前記半透明反射層が発光取出し窓を有する金属製全反射膜で構成されている請求項2～9のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項12】 前記半透明反射層の反射率が50～99.9%または透過率が50～0.1%である請求項2～10のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項13】 透明基板と、その上に光の一部を透過し、一部を反射する誘電体の多層膜からなる半透明反射層を備え、該半透明反射層上に透明導電膜を有することを特徴とする有機発光素子用基板。

【請求項14】 透明基板と、その上に誘電体の多層膜からなる半透明反射層を備え、該半透明反射層上に透明導電膜を有し、前記半透明反射層の反射率が50～99.9%または透過率が50～0.1%であることを特徴とする有機発光素子用基板。

【請求項15】 透明基板と、その上に透明導電膜と透明絶縁膜とを積層した半透明反射層を備え、該半透明反射層上に透明導電膜を有することを特徴とする有機発光素子用基板。

【請求項16】 前記透明基板が石英、ガラスまたはプラスチックからなる透明基板であり、前記半透明反射層上に透明導電膜がパターンニングされている請求項13、14または15に記載の有機発光素子用基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、表示素子、通信用発光デバイス、情報ファイル用読／書ヘッド、印刷装置などに利用される有機発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の有機発光素子は、例えば、酸化錫インジウム等の透明電極を有する透明基板間に、有機光体と電気絶縁性の結合剤とからなる発光体を介在させ、前記電極の陽極電極と発光体域との間にポルフィリ

ン系化合物層を形成した有機エレクトロルミネセンスセルが提案されている（特開昭57-51781号公報）。該有機エレクトロルミネセンスセルは、両電極間に印加される信号電界に基づき、ポルフィリン系化合物からなる正孔注入体により正孔が注入されて、発光するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 こうした有機薄膜を用いた発光素子は安価に提供できると云う特長を有しているが、スペクトルの半値幅が広いために用途は表示パネルに限られ、また、各材料毎に各一色の発光しか得られないため、単一材料では単色のディスプレイしか作製できなかった。

【0004】 本発明の目的は、スペクトル幅と発光特性を改善した有機発光素子を提供することにある。

【0005】 また、本発明の他の目的は、上記有機発光素子用の基板を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決する本発明の要旨は次のとおりである。

【0007】 (1) 発光機能を有する有機薄膜からなる発光層と、該発光層の両面に設けた反射鏡とで微小光共振器が構成され、該微小光共振器は発光可能に構成されている有機発光素子。

【0008】 (2) 透明基体上に半透明反射層を有し、該半透明反射層上に透明導電層が配置され、該透明導電層上に有機薄膜からなる発光層が設けられており、その上に電極が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層は発光層での発光の1部を透明基体側に透過し、発光の1部を発光層側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層は発光層背面の電極との間で光共振器として作用するよう構成されている有機発光素子。

【0009】 (3) 透明基体上に半透明反射層を有し、該半透明反射層上に透明導電層が配置され、該透明導電層上にホール注入層、有機薄膜からなる発光層、電子注入層が順に設けられており、その上に電極が形成された有機発光素子であって、前記半透明反射層は発光層での発光の1部を透明基体側に透過し、発光の1部を発光層側に反射する反射機能を有し、該半透明反射層は発光層背面の電極とで光共振器として作用するよう構成されている有機発光素子。

【0010】 (4) 前記半透明反射層と発光層背面の電極とで生じる反射光の位相のシフトをAラジアンとすると、半透明反射層と発光層背面の電極との間の光学的距離Lが $(\text{整数} - A/2\pi)$ 倍（但し、 $S < (2L)$ ） $< T$ であり、S、Tは、前記半透明反射層を持たない発光素子の発光スペクトルにおける発光強度が最大強度の $1/2$ となる波長を示す。である前記有機発光素子。

【0011】 (5) 前記半透明反射層と発光層背面の電極とで生じる反射光の位相のシフトがAラジアンとす

るとき、半透明反射層と発光層背面の電極との間の光学的距離Lが $(\text{取出す光のピーク波長} \times (\text{整数} - A/2\pi) / 2)$ の長さの $0.9 \sim 1.1$ 倍である前記有機発光素子。

【0012】 例えば、共振器としての光学的距離が発光波長の2倍、3倍、…n倍と整数倍の場合、または $1/2$ 、 $3/2$ 、…など半整数倍の場合にも同様に共振の効果を得ることができる。

【0013】 (6) 前記半透明反射層が誘電体の多層膜である前記有機発光素子。

【0014】 (7) 前記透明導電層、ホール注入層、発光層および電子注入層の各層の厚さとそれぞれの屈折率との積で表される光学的距離の和が、発光のピーク波長と同じもしくは近似している前記有機発光素子。

【0015】 (8) 前記半透明反射層がパターンニングにより発光取出し窓を有する金属製全反射膜である前記有機発光素子。

【0016】 (9) 前記半透明反射層が、反射率が $50 \sim 99.9\%$ または透過率が $50 \sim 0.1\%$ である前記有機発光素子。

【0017】 (10) 透明基板と、その上に光の一部を透過し、一部を反射する誘電体の多層膜からなる半透明反射層を備え、該半透明反射層上に透明導電膜を有する有機発光素子用基板。

【0018】 (11) 透明基板と、その上に誘電体の多層膜からなる半透明反射層を有し、該半透明反射層の反射率が $50 \sim 99.9\%$ または透過率が $50 \sim 0.1\%$ である有機発光素子用基板。

【0019】 (12) 透明基板と、その上に透明導電膜と透明絶縁膜とを積層した半透明反射層を備え、該半透明反射層上に透明導電膜を有する有機発光素子用基板。

【0020】 なお、前記透明基体としては、透明な石英、ガラスまたはプラスチックから選ばれる透明基板が望ましい。

【0021】

【作用】 本発明においては、透明電極と基板との間に半透明反射膜を設置し、該反射膜と背面電極との間の光学的距離を発光波長のそれと同じか、またはその整数倍としたことにより、素子内部を光の微小共振器とすることができる。それによって、発光スペクトルの半値幅が縮小される。

【0022】 また、発光効率が向上し、可干渉光が発生するなど、発光特性を向上できる。

【0023】

【実施例】

【実施例 1】 図1は、本発明の一実施例の発光素子の構造を示す模式断面図である。

【0024】 硝子基板1上に、 TiO_2 膜と SiO_2 膜とを積層した半透明反射膜2が形成されている。該半透明

反射膜2上に、透明導電膜（Indium Tin Oxide：ITO膜）3を形成し、その上にトリフェニルジアミン誘導体（TAD）からなるホール注入層4、アルミキレートの発光層5、オキシジアゾール誘導体（PBD）の電子注入層6、Ag-Mg金属電極7が順次形成されている。なお、透明導電膜3、ホール注入層4、発光層5および電子注入層6のそれぞれの膜厚と屈折率との積から得られる光学的距離の和は、アルミキレートのエレクトロルミネセント（EL）発光のピーク波長である530nmと一致させる。これによって本発明の共振器が構成される。

【0025】図1において、ホール注入層4および電子注入層6は、高性能な特性を要求しない場合には必須ではなく、これらのいずれかまたは両方を省略して用いることができる。その際には、透明導電膜3からホールが注され、また、金属電極7から電子が注入され、本発明の発光素子が得られるが、ホール注入層4および電子注入層6を設けた方がより好ましい。

【0026】前記半透明反射膜2の反射率は発光層5の材料の性能と、素子の用途によって選択される。その反射率の上限は光共振器が自己破壊することなく蓄積できるエネルギーの限界により制限される。透過率で50～0.1%、反射率で50～99.9%である。少なくとも $10\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の出射光を得るためには、取り出す光の透過率で0.1%よりは小さくできない。また、反射率では99.9%が限度である。反射率を小さくし過ぎると光共振器としての性質を失うため、50%を下廻る反射率のものを用いると、十分なスペクトル幅の減少を得ることができない。

【0027】上記において発光層5としてはアルミキレートを用いたが、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、ナフタレン誘導体、クマリン誘導体、オキサジアゾール、ビスベンゾキサゾリン、アルダジン、ピラジン誘導体、ジスチルベンゼン誘導体、ポリフェニル誘導体、ビススチルアントラセン誘導体、キレート金属錯体等が用いられる。

【0028】上記の有機薄膜は蒸着、塗布、化学反応による成長、ラングミュア・プロジェクト方等により作製することができる。また、複数の有機材料を混合して用いることもできる。

【0029】図2は、従来構造の有機EL素子の構造を示す模式断面図である。即ち、図1の構造から半透明反射膜2を除いた構造となっている。

【0030】図3は、図1の素子と、図2の素子の、発光スペクトルを比較したスペクトル図である。図1の素子のスペクトルAは、図2の素子のスペクトルBより半値幅が小さい。これは、半透明反射膜2によって、素子内部で発光を共振させることにより、共振周波数の電磁波を選択的に発生させた結果によるものである。このように、発光を共振させることにより、発光スペクトルの

半値幅の減少、発光効率の向上、可干渉光の発生などの効果を得ることができる。この共振器の共振器部分の光学的な距離を発光波長により近く合わせることににより、より大きな効果を得ることができる。

【0031】図4は、上記共振器部分の光学的な距離と、発光スペクトルの半値幅の関係を示すグラフである。これは、図1の素子構造において、ホール注入層4の膜厚のみを変えた素子を用いて測定した結果で、半透明反射膜2の無い場合の半値幅を100としている。光学的距離が発光のピーク波長と一致する530nm付近で最も半値幅が小さく、530nmから外れるに従って急速に大きくなる。図3の半透明反射膜2がない素子（スペクトルB）では、発光強度が530nmの発光強度の約 $1/2$ になる波長は480nmと580nmであることが分かる。この範囲は、図4において半値幅の減少が見られる範囲と対応している。

【0032】図5に、半透明反射膜2を有する素子から取り出される発光のピーク波長と、共振器の光学的距離との関係を示した。共振の効果として、光学的な距離が530nmからずれると、取り出される発光もそのピーク波長が530nmからずれると云う現象が生じる。ずれがある値以上に大きくなると、共振に由来した発光は殆ど生じなくなり、全発光のピークは半透明反射膜2のないときのピーク波長である530nmに近づく。

【0033】図5の結果から、共振効果が得られるのは、光学的な距離が取り出される発光のピーク波長の0.9～1.1倍の範囲にある時である。この範囲は、図4において半値幅の減少が見られる波長領域と対応している。

【0034】本実施例においては、発光層材料としてアルミニウムキレートを単体で用いたが、電子-ホール結合により発光を示す有機材料であれば、単体に限らず、混合体や積層構造でも用いることができる。

【0035】また、共振した発光を安定させるためには、素子の温度を一定に保つ機構を設けることが重要である。

【0036】素子構造や半透明反射膜2の構成材料によって、透過率および反射率の最適値が異なるが、吸収率については0に近いほど望ましい。

【0037】半透明反射膜2としては、パターンニングを施し、一部に発光を取り出す窓を有する金属の全反射膜を用いることもできる。また、横方向に発光が漏れにくい素子構造とすることにより、発光特性を更に向上することができる。

【0038】本実施例では、共振器としての光学的距離が発光波長と同じ場合について説明したが、理論的には発光波長の2倍、3倍、… n 倍と整数倍の場合、及び $1/2$ 、 $3/2$ 、…など半整数倍の場合にも同様の共振の効果を得ることができる。

【0039】また、本実施例では、上下の鏡面での反射

による光の位相シフトの総計が0または1波長である場合について示しているが、金属面で1/2波長シフトし、半透明反射膜で波長シフトがない素子構成の場合は、光学的距離が発光波長の1/4, 3/4, 5/4, ……倍の時に共振させることができる。

【0040】しかし、実際の素子においては、素子作成に由来して共振の生ずる鋭さにぼやけが生ずる。そのために上記効果は膜厚が小さいほど鋭く、倍数が大きくなるに従って共振の出方が不明瞭となるので、10倍程度が実用上の限界である。

【0041】本実施例の構造の素子は、電荷注入により電界発光を生じさせ、また、透明基板側から照射する光により発光層に蛍光を発生させて、電界発光と同様の半値幅の狭い発光スペクトルを生じさせることができる。この場合には、透明電極および発光層以外の有機薄膜は省略することも可能である。

【0042】【実施例 2】図6に光励起による発光を利用した共振器素子の模式断面図を示す。

【0043】全反射金属膜8とTiO₂/SiO₂の積層体からなる半透明反射膜2との間に、有機蛍光薄膜9としてアルミキレートが挟まれた構造に形成した。これにより、半透明反射膜2側から波長406nmの光を照射することにより有機蛍光薄膜9から可視光を取り出すことができる。

【0044】図7に前記有機蛍光薄膜（アルミキレート）の膜厚と発光スペクトルの関係を示す。アルミキレートの膜厚により発光ピークの位置、半値幅、強度を変えることができる。また、半透明反射膜の反射特性を変えることによっても発光スペクトルの形状を変えることができる。

【0045】

【発明の効果】本発明の有機発光素子は、光共振器の効

果により発光スペクトルの半値幅の縮小、発光効率の向上、可干渉光の発生など発光特性を向上することができる。

【0046】上記有機発光素子は、これまでのGaAs, SiC, ZnSe等の無機半導体により作製されてきた発光ダイオードや半導体レーザーの代替として用いることができ、光通信素子、情報表示パネル、光記録ファイルの読み/書き用ヘッド、レーザープリンタの光ヘッドとしての利用が可能である。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の発光素子の構造を示す模式断面図である。

【図2】従来の発光素子の構造を示す模式断面図である。

【図3】図1の素子と図2の素子との発光スペクトルの比較図である。

【図4】本発明の一実施例の半透明反射膜を有する発光素子の共振器部分の光学的距離と発光スペクトルの半値幅の関係を示すグラフである。

20 【図5】半透明反射膜のある素子から取り出される発光のピーク波長と共振器の光学的距離との関係を示すグラフである。

【図6】本発明の一実施例の発光素子の構造を示す模式断面図である。

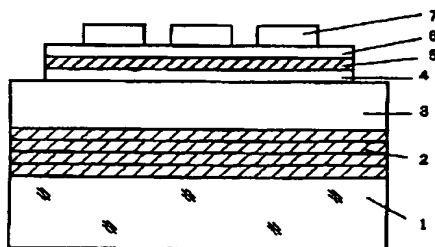
【図7】有機蛍光膜（アルミキレート）の膜厚と発光スペクトルの関係を示すスペクトル図である。

【符号の説明】

1…硝子基板、2…半透明反射膜、3…透明導電膜、4…ホール注入層、5…発光層、6…電子注入層、7…Ag-Mg金属電極。A…半透明反射膜のある素子の発光スペクトル、B…半透明反射膜のない素子の発光スペクトル、8…全反射金属膜、9…有機蛍光薄膜。

【図1】

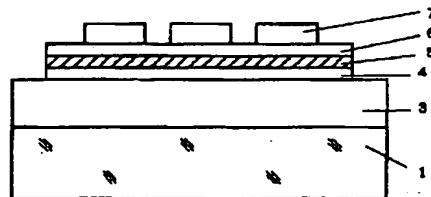
図 1



1…硝子基板 2…半透明反射膜 3…透明導電膜
4…ホール注入層 5…発光層 6…電子注入層
7…Ag-Mg金属電極

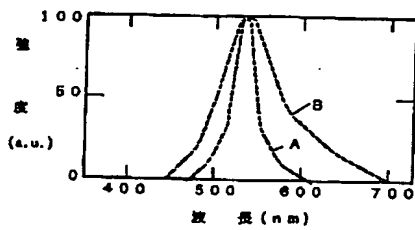
【図2】

図 2



【図3】

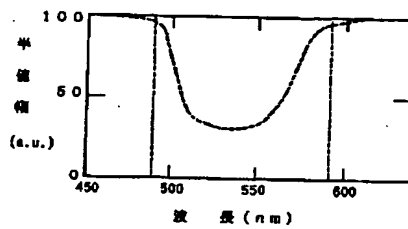
図 3



A---半透明反射膜あり
B---半透明反射膜なし

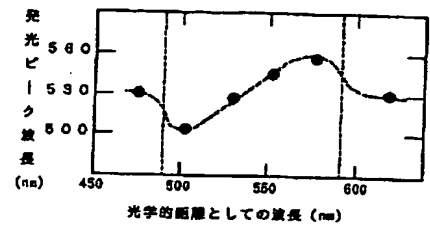
【図4】

図 4



【図5】

図 5

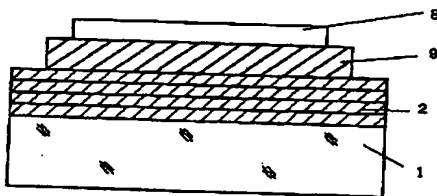


【図7】

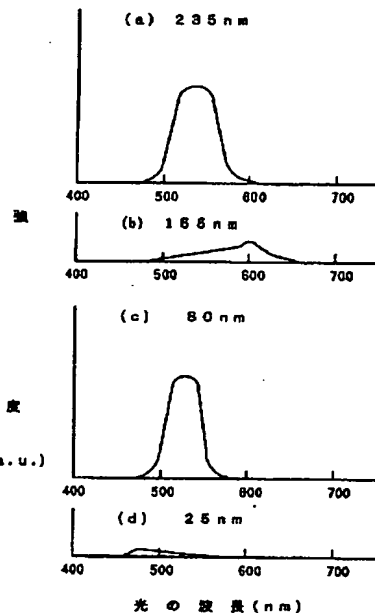
図 7

【図6】

図 6



8---全反射金属膜 9---有機蛍光薄膜



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H04N 1/036

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z

(72) 発明者 角田 敦

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内